

УДК 582.661.56:581.145.2:581.141:577.1

**БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДОВ И СЕМЯН *OPUNTIA ENGELMANNII* SALM-DYCK EX ENGELM. SUBSP. *LINDHEIMERI* (ENGELM.)
U.GUZMÁN & MANDUJANO**

**Смирнов Василий Андреевич¹, Глумова Наталья Всеволодовна²,
Шевчук Оксана Михайловна¹, Калюжный Сергей Сергеевич¹**

¹Никитский ботанический сад – Национальный научный центр
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52
doren.2000@mail.ru

²«Агротехнологическая академия»
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»
295492, Республика Крым, г. Симферополь, пгт Аграрное, улица научная, 1А
kafedra.essential.oil@gmail.com

В статье представлены данные о биохимической характеристике плодов и семян *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U. Guzmán & Mandujano натурализовавшейся в природные фитоценозы Южного берега Крыма. Показано, что в условиях субтропического климата средиземноморского типа растения опунции характеризуются меньшими морфологическими параметрами в сравнении с растениями из естественных мест обитания: достигают высоты 0,7 м, кладодии – до 30 см длиной, 20 см шириной, 0,8–1,1 см толщиной, плоды – до 7,2 см длиной, 3,5 см шириной и семена до 3,9 мм длиной, 3,8 мм шириной. На растении формируется в среднем 6±2 шт. плодов, семенная продуктивность составляет 1200±120 шт. семян. Методом фотоколориметрии установлено, что в плодах опунции содержится 0,53±0,1% белков, 8,57±1,2% углеводов, 12,1±1,0 мг% витамина С, что указывает на их высокую пищевую ценность. Содержание жирного масла в семенах составляет 11% (по литературным данным масличность варьирует от 9,3 до 11,45%). Жирное масло характеризуется высокой долей ненасыщенных кислот (84,8%), что свидетельствует о его ценности при использовании в косметологии. Наличие вакценовой кислоты, обладающей свойствами снижать холестерин и усиливать противоопухолевый иммунитет, обосновывает фармакологическую ценность масла опунции.

Ключевые слова: *Opuntia engelmannii* subsp. *lindheimeri*, Южный берег Крыма, натурализация, жирно-кислотный состав, пищевая, косметологическая и фармакологическая ценность

Введение

Род опунция (*Opuntia* Mill.) (семейство Cactaceae Juss.) включает от 90 до 250 видов по данным различных авторов (Anderson, 2001; Backeberg, 1977; Britton, Majure, 2012). Естественным ареалом опунций произрастания являются Галапагосские острова, Южная и Северная Америка. Плоды и кладодии используются в качестве ингредиентов в традиционной мексиканской кухне, при производстве соков, джемом, нектаров, фруктозы, а также в качестве кормовой добавки в животноводстве. На опунции разводят кошениль для получения натурального красителя кармина (Vigueras & Portillo, 2001). Кроме того, различные части растений, а именно кладодии и плоды опунции используются в традиционной народной медицине, например, для уменьшения уровня глюкозы и холестерина в крови (Vigueras & Portillo, 2001). В настоящее время плоды опунции, в основном, используются для производства пигментов (бетанин) и пектина (Ciriminna et al., 2019), а семена – для получения жирного растительного масла косметологического направления.

На территории полуострова Крым, от Севастополя, вдоль всего Южного берега Крыма (ЮБК) до Судака, натурализовались и заняли различные природные станции, внедряясь в природные растительные сообщества, не менее восьми таксонов видового

и внутривидового ранга рода *Opuntia*: *O. engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U. Guzmán & Mandujano, *O. humifusa* (Raf.) Raf., *O. macrorhiza* Engelm., *O. polyacantha* HaW., *O. fragilis* (Nutt.) HaW., *O. tortispina* Engelm. & J.M. Bigelow, *O. tunoidea* Gibbes, *O. phaeacantha* Engelm. f. *rubra* Späth. (Bagrikova, Ryff, 2014; Багрикова, Перминова, 2017; Bagrikova et al., 2021). Наиболее распространены на ЮБК *O. engelmannii* subsp. *lindheimeri* и *O. humifusa* (Bagrikova et al., 2021).

При изучении характеристик самых распространенных представителей *Opuntia* (*O. humifusa*, *O. phaeacantha*, *O. engelmannii*) на ЮБК было выявлено, что одними из лучших биохимических показателей обладает *O. engelmannii* subsp. *lindheimeri* (Багрикова и др., 2024; Голубкина и др., 2024). Изучение трех видов опунции, собранных на южном и юго-восточном побережье Крыма, выявило широкую вариабельность содержания слизи в плодах (4,3-16,56% на сухую массу), сахаров, и общей антиоксидантной активности. Содержание полифенолов в соцветиях составило 18,4-21,0 мг/100 г, плодах 11,7-18,0 мг/100 г, кладодиях 10,2-20,0 мг/100 г. Уровень накопления моносахаров в плодах достигал (6,2-31,0%) и в кладодиях (8,1-16,0%). Общее содержание сахаров в плодах было 32,6-95,0%, в кладодиях (15,5-29,7%). Наибольший уровень антиоксидантной активности и титруемой кислотности были у *O. engelmannii*. Результаты предполагают перспективы использования плодов, кладодий и соцветий в пищевой промышленности, косметике и фармакологии (Багрикова и др., 2024; Голубкина и др., 2024).

Ранее методом паровой дистилляции был получен и исследован гидролат, полученный из плодов опунции (Чичканова и др., 2023). Гидролат прозрачный, с характерным резко-выраженным травянистым запахом, содержит следующие летучие соединения: эвкалиптол (0,03 мг/дм³), Е-неролидол (0,085 мг/дм³), α-бисаболол (0,085 мг/дм³), тимол (0,04 мг/дм³) и α-бисаболон оксид А (0,09 мг/дм³), изокаламендиол (0,045 мг/дм³). Установлено, что гидролат из плодов опунции оказывает ингибирующее действие на штаммы патогенных микроорганизмов *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* (Чичканова и др., 2023).

Все вышеприведенное свидетельствует об актуальности дальнейшего исследования плодов и семян различных видов опунции как источника ценных биологических веществ для применения в пищевой, фармакологической и косметологической областях.

Целью нашего исследования было изучение содержания основных питательных веществ в плодах и жирно-кислотного состава жирного масла в семенах *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U. Guzmán & Mandujano для определения направлений использования.

Объекты и методы исследования

В исследования были включены растения *Opuntia engelmannii* subsp. *lindheimeri* натурализовавшиеся в естественные фитоценозы природного заповедника «Мыс Мартьян» (Плугатарь и др., 2018), расположенного в центральной части ЮБК, в зоне сухого субтропического климата средиземноморского типа.

Значительная территория заповедника «Мыс Мартьян» занята лесной растительностью, представленной высокоможжевеловыми, пушистодубовыми лесами и средиземноморскими редкими реликтовыми сообществами земляничника мелкоплодного. Реже встречаются участки с крымскососновыми лесами. *Opuntia engelmannii* subsp. *lindheimeri* встречается в составе четырех ценопопуляций в разных типах растительности на нарушенных местообитаниях в составе сообществ с участием диагностических видов класса *Artemisietea vulgaris*, а также в природных

разреженных лесных пушистодубово-можжевельниковых лесных и кустарниковых сообществах средиземноморского типа (Багрикова, Чичканова, 2018).

Исследовали биоморфологические характеристики растений (клатодий, листьев, ареол, колючек, глохидий, цветков, плодов и семян) в сравнении с таковыми растениями из естественных местообитаний (Britton, Rose, 1919; Backeberg 1977; Anderson 2001).



Рис 1. *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U. Guzmán & Mandujano: А – на Южном берегу Крыма (Багрикова, Чичканова, 2018); Б - в естественном ареале произрастания (Saguaro National Park, США) (<https://WWW.flickr.com/photos/kittell/3251099270>)

Fig 1. *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U. Guzmán & Mandujano: А - on the Southern Coast of Crimea (Bagrikova, Chichkanova, 2018), В - in natural habitat (Saguaro National Park, USA) (<https://WWW.flickr.com/photos/kittell/3251099270>)

Основные питательные элементы (белки, жиры, углеводы) изучали в плодах, собранных в сентябрь-октябрь 2022 г. Белки определяли в плодовом сырье методом фотоколориметрии с использованием красителя амидо-черного, углеводы – спектрофотометрическим методом; аскорбиновую кислоту – фотоколориметрическим методом (Ермаков и др, 1987).

В семенах определяли содержание жирного масла и его жирно-кислотный состав. Жирное масло получали при продолжительности экстракции в течение 18 часов согласно запатентованно способа (Чичканова и др, 2023). Плоды высушивали при температуре 30°C в течение 30 мин, охлаждали до влажности 7,4%, измельчали до размера частиц, проходящих через сито с диаметром отверстий 1,5 мм. Экстракцию проводили в аппарате Сокслета с органическим растворителем Нефрас-А-65/75 при соотношении сырье : экстрагент 1:8 в течение часа. Метилловые эфиры жирных кислот экстрагировали летучим углеводородным растворителем и вводили в хроматограф.

Жирнокислотный состав масла из семян определяли методом газожидкостной хроматографии в форме метиловых эфиров жирных кислот на приборе «Кристалл-5000М», детектор – пламенно-ионизационный, колонка капиллярная, кварцевая, НЖФ-СR-Wax, температура детектора – 120°C, газ-носитель – гелий, скорость передачи 25 мл/мин, продолжительность анализа 40 минут. Идентификация выполнялась на основе сравнения полученных масс-спектров с данными библиотеки NIST 14 (Национальный Институт Стандартов и Технологий, США). Программа поиска и идентификации спектров MS Search (США).

Результаты и обсуждение

В природных местообитаниях *Opuntia engelmannii* subsp. *lindheimeri* может достигать высоты от 2 до 4 м, с видоизмененным зеленым, округлым или почти яйцевидным

стеблем, на молодых растениях образуются шиловидные листья, которые быстро опадают, видоизмененные листья – колючки до 3 см в длину, глохидии до 4 мм в длину. Размеры цветков в период цветения могут достигать 9 см в диаметре. В конце вегетационного периода в массе образуются плоды до 7,2 см в длину (Backeberg, 1977). В условиях ЮБК растения *Opuntia engelmannii* ssp. *lindheimeri* отличаются меньшими морфологическими параметрами (табл.1).

Таблица 1

**Морфологические параметры *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm.
subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U.Guzmán & Mandujano**

Table 1

**Morphological parameters of the *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm.
subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U.Guzmán & Mandujano**

Параметр / Parameters	Естественные условия произрастания (Backeberg, 1977) / Natural habitat (Backeberg, 1977)	Южный берег Крыма / Southern Coast of Crimea
Жизненная форма / Life form	кустарник, Н 2-4 м, с возрастом образует отчетливый штаб / shrub, Н 2-4 m, forms a distinctive stump with age	кустарник, Н 0,5–0,7 м с распростертыми в стороны побегами / shrub, Н 0.5-0.7 m spreading shoots
Кладодии / Cladodies	зеленые, округлые до почти яйцевидных, L 22–30 см, W 13–18 см / green, rounded to almost ovate, L 22- 30 cm, W 13-18 cm	зеленые, с сизоватым налетом, округлые, обратнояйцевидные, ромбовидно-удлиненные, L 20– 30 см, W 14–20 см, S 0,8–1,1 см / green, With grayish plaque, rounded, obovate, diamond-shaped elongate, L 20-30 cm, W 14-20 cm, S 0,8-1,1 cm
Листья / Leaves	шиловидные / awl-shaped	шиловидные, L до 1,0 см и S до 2,0 мм / awl-shaped, L up to 1.0 cm and S up to 2.0 mm
Ареолы / Areolae	удаленные / distant	удаленные, по 4–7 в ряду, крупные, овальные, с коричневыми шерстинками / distant 4-7 in a row, large, oval, with brown wool
Колючки / Prickles	1–6, часто 2, отстающие, либо короткие (1,2–2,5 см), растопыренные светло-бледно-желтые до почти белых, у основания – коричневатые или черноватые / 1-6, often 2, lagging, or short (1,2-2,5 cm), spreading light pale yellow to almost white, brownish or blackish at base	1–6, часто 2–3 короткие и 1 длинная, растопыренные, 1,4 см и более, от ярко-желтых до лимонно-желтых, у основания – красно-коричневые L 2,5–4,5 см / 1-6, often 2-3 short and 1 long, spreading, 1,4,0 cm or more bright yellow to lemon-yellow, red-brown at the base L 2,5-4,5 cm
Глохидии / Glochidia	желтые до светло-коричневых / yellow to light brown	относительно немногочисленные, зеленовато-желто- коричневые с ржавым оттенком, L 1,0–2,0 мм / relatively few, greenish-yellow-brown with rusty tinge, L 1,0-2,0 mm
Цветки / FloWers	желтые до темно-красных / yellow to dark red	желтые, L 5,0–7,0 см (вместе с завязью), D 7,0–9,0 см / yellow, L 5,0-7,0 cm (with ovary), D 7,0-9,0 cm
Плоды / Fruits	пурпурные, от грушевидных до продолговатых L 3,5–5,5 см / purple, pear-shaped to oblong L 3,5-5,5 cm	пурпурно-, коричневато-бордовые или темно-красно- бордовые; мякоть бордово-пурпурного цвета, грушевидные, редко бочковидные L 5,5–7,2 см, W 2,9–3,5 см / purplish, brownish-burgundy or dark red-burgundy; flesh burgundy-purple, pear- shaped, rarely barrel-shaped; l 5,5-7,2 cm, W 2,9-3,5 cm
Семена / Seeds	W 2,0–2,25 мм / W 2,0-2,25 mm	соломенно-светло-серого цвета, мелкие, с широким ободком, от 100 до 275 в плоде (в среднем 180-220); L 3,1–3,9 мм, W 2,9–3,8 мм / straw-colored, light gray, small, with wide rim, from 100 to 275 in fruit (average 180-220) l 3,1-3,9 mm, W 2,9-3,8 mm

*Примечание: сокращения обозначены: Н – высота, L – длина, W – ширина, S – толщина, D – диаметр

По высоте (разница более 3 м) присутствует небольшое отличие в кладодиях (до 2 см в ширину), кроме того имеются различия в окраске колючек (в природных местообитаниях цвет изменяется от светло бледно-желтых, тогда как в условиях ЮБК обнаружен диапазон окраски от ярко-желтых до лимонно-желтых), глохидии (желтые до светло-коричневых против зеленовато желто-коричневых с ржавым оттенком), цветки были выявлены только желтого цвета. Кроме того, надо отметить размеры плодов, присутствуют более крупные (разница до 1,7 см), по семенам отмечена различия в ширину до 1,55 мм, в отличие от растений, произрастающих в природных стациях. Количество плодов на растении в среднем составляет от 4 до 8 шт., семян в плоде насчитывается от 100 до 275, семенная продуктивность составляет 1200 ± 120 шт. с растения.

Массовая доля белков в плодах составляет $0,53 \pm 0,1\%$; углеводов - $8,57 \pm 1,2\%$; аскорбиновой кислоты (витамина С) $12,1 \pm 1,0$ мг%, что свидетельствует о возможности использования плодов опунции в пищевой промышленности. В природных местообитаниях в растениях содержится такое же количество белков (0,5-1%), существенно меньше количество углеводов (3-7%), больше аскорбиновой кислоты (20-40 мг) (Núñez-Gastélum, 2018).

Масло, полученное из семян опунции, имело сильную положительную зависимость от времени экстракции: при продолжительности экстракции в течение 9 часов – выход сырого масла был в пределах 7,3–9,3%, при 18 – выход продукта составил $11,45 \pm 0,10\%$.

Таблица 2

Показатели качества жирного масла из семян *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U.Guzmán & Mandujano

Table 2

Quality parameters of fatty oil from seeds of *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U.Guzmán & Mandujano

Показатели	Жирное масло опунции / Opuntia fatty oil	Подсолнечное нерафинированное масло / Unrefined sunflower oil
Удельный вес, г/ см ³ при 20 °С / Specific Weight, g/cm ³ at 20 °С	0,903	0,926
Коэффициент рефракции n _D ²⁰ / Refraction coefficient n _D ²⁰	1,475	1,473-1,475
Йодное число при 20 °С / Iodine number at 20 °С	101,5	119-136
Кислотное число мг КОН / 100 / Acid number mg КОН / 100	1,95	0,4
Число омыления, мг КОН / 100 г / Saponification number, mg КОН / 100 g	169,0	186-194
Перекисное число мэкв О ₂ /кг масла / Peroxide number mEq O ₂ /kg oil	2,23	10

Установлено, что кислотное число у масла из семян опунции более высокое, в сравнении с подсолнечным нерафинированным маслом, следовательно, полученное растительное масло необходимо дезодорировать и нейтрализовывать в нем свободные жирные кислоты для повышения качества продукта и возможности использования его как пищевого продукта. Другие параметры близки к показателям нормы ГОСТ 1129-2013 для подсолнечного масла.

Жирное растительное масло семян опунции относится к группе линолево-олеиновой группы, содержание эссенциальной диненасыщенной линолевой кислоты составляет 72,63%, олеиновой – 6,6% (табл. 3, рис. 2). По сравнению с природными

местообитаниями (Núñez-Gastélum, 2018), в условиях ЮБК в семенах синтезируется большее количество линолевой кислоты, но меньше олеиновой. Разница в других компонентах незначительна (от 0,9 до 1,54%).

Таблица 3.

Идентификация жирнокислотного состава масла семян *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U. Guzmán & Mandujano

Table 3.

Identification of the fatty acid composition of *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U. Guzmán & Mandujano seed oil

Компоненты / Components	Массовая доля, % / Weight fraction	
	Южный берег Крыма / Southern Coast of Crimea	Естественные места произрастания / Natural growing sites (Núñez-Gastélum, 2018)
Пальмитиновая C _{16:0} / Palmitic C _{16:0}	12,11	11,01±2,06
Пальмитолеиновая C _{16:1} / Palmitoleic C _{16:1}	1,0	0,8±0,25
Стеариновая C _{18:0} / Stearic C _{18:0}	2,80	3,89±0,45
Олеиновая C _{18:1} / Oleic C _{18:1}	6,60	16,47±0,65
Изомер олеиновой кислоты (вакценовая) / Oleic acid isomer (vaccenic acid)	4,36	0,8±0,25
Линолевая C _{18:2} / Linoleic C _{18:2}	72,63	66,27±3,82
Линоленовая C _{18:3} / Linolenic C _{18:3}	0,21	0,62±0,49
Арахидовая C _{20:0} / Arachidic C _{20:0}	0,19	0,26±0,03
Бегеновая C _{22:0} / Behenic C _{22:0}	0,10	-

Общее содержание насыщенных жирных кислот составляет 15,2%. Высокое содержание ненасыщенных жирных кислот (84,8%), являющихся эссенциальными, незаменимыми для организма человека, важными для сердечно-сосудистой системы человека и имеющих серьезный противовоспалительный эффект, указывает на полезность этого масла (Wang et al, 2010).

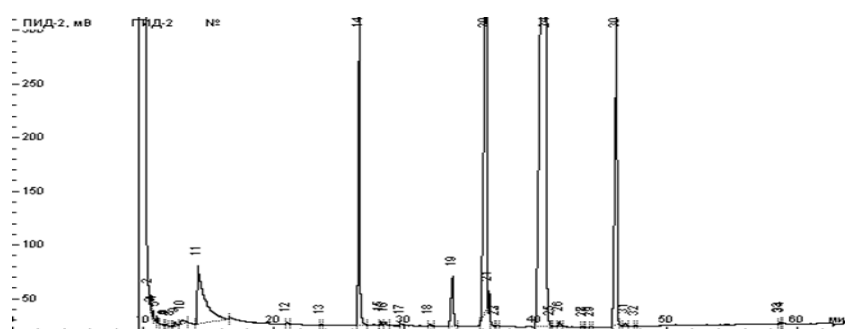


Рис. 3. Хроматографический профиль жирного масла из семян *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U. Guzmán & Mandujano

Fig. 3. Chromatographic profile of fatty oil from seeds *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U. Guzmán & Mandujano

Особый интерес вызывает присутствие в масле опунции изомера олеиновой кислоты - вакценовой кислоты (4,36 %). Данная кислота, которая по данным китайских исследователей (Fan et al, 2023), снижает холестерин и усиливает противоопухолевый иммунитет (Wang et al, 2010).

Выводы

Проведенные исследования говорят о том, что *Opuntia engelmannii* subsp. *lindheimeri*, натурализовавшаяся в природные фитоценозы на Южном берегу Крыма, по биоморфологическим показателям схожа с растениями из естественных мест произрастания. Различия заключаются в меньшей высоте растений, в более яркой окраске колючек и больших размерах плодов (разница до 1,7 см).

По биохимическим показателям плоды исследуемой опунции являются ценным источником белков ($0,53 \pm 0,1\%$), углеводов ($8,57 \pm 1,2\%$) и аскорбиновой кислоты ($12,1 \pm 1,0$ мг%) и могут быть использованы в пищевой промышленности. По сравнению с природными местообитаниями, в условиях ЮБК в плодах накапливается почти в два раза меньше аскорбиновой кислоты и в 1,5 больше углеводов.

Содержание жирного масла в семенах *Opuntia engelmannii* subsp. *lindheimeri* составляет 11%, что находится в пределах вариации данного показателя у растений из природных мест (9,3 до 11,45%). По хроматографическому профилю в масле преобладают ненасыщенные жирные кислоты (линолевая и олеиновая), что говорит о перспективности использования данного масла в косметологической промышленности. Для использования его в пищевой промышленности необходима отработка технологии получения в направлении снижения перекисного числа.

О ценности жирного масла опунции в фармакологическом направлении говорит наличие в нем вакценовой кислоты, снижающей холестерин и усиливающей противоопухолевый иммунитет.

Благодарности

Работа выполнена в рамках НИР «Создание сортов эфиромасличных и лекарственных растений, содержащих значимые для здоровья человека биологически активные вещества, разработка на их основе и испытание средств для улучшения качества жизни человека» (FNNS-2022-0006)

Список литературы / References

Багрикова Н.А., Перминова Я.А. Характеристика и распространение натурализовавшихся в Крыму представителей рода *Opuntia* (Cactaceae). Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. 183(3). С. 149-160. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-149-160.

[Bagrikova N.A., Perminova Y.A. Characteristics and distribution of representatives of the genus *Opuntia* (Cactaceae) naturalized in Crimea. Proceedings on applied botany, genetics and selection. 2022. 183(3). P. 149-160. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-149-160.]

Багрикова, Н.А. Характеристика и распространение натурализовавшихся в Крыму представителей рода *Opuntia* (Cactaceae) / Н. А. Багрикова, Я. А. Перминова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – Т. 183, № 3. – С. 149-160. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-140-148.

[Bagrikova, N.A. Characteristics and distribution of representatives of the genus *Opuntia* (Cactaceae) naturalized in Crimea / N. A. Bagrikova, Y. A. Perminova // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. - 2022. - Vol. 183, № 3. - P. 149-160. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-140-148.]

Багрикова, Н.А., Чичканова Е.С. О некоторых морфологических и морфометрических особенностях *Opuntia engelmannii* subsp. *lindheimeri* (Cactaceae), натурализовавшейся в природном заповеднике "Мыс Мартыян" (Крым) / Н. А.

Багрикова, // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2018. – Т. 3, № S2. – С. 54-65. DOI: 10.24189/ncr.2018.066.

[Bagrikova, N.A., Chichkanova E.S. On some morphological and morphometric features of *Opuntia engelmannii* subsp. *lindheimeri* (Cactaceae), naturalized in the nature reserve “Cape Martyan” (Crimea) / N.A. Bagrikova, // Nature Conservation Research. Reserve Science. - 2018. - VOL. 3, NO. S2. - P. 54-65. DOI: 10.24189/ncr.2018.066.]

Бялт В.В. Cactaceae Juss. – Кактусовые // Флора Восточной Европы. – М. – СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – Т. 11. – С. 117-123.

[Bialt V.V. Cactaceae Juss. - Cactaceae // Flora of Eastern Europe. - М. - St. Petersburg: Partnership of scientific editions of KMK, 2004. - VOL. 11. - P. 117-123.]

Голубкина Н.А., Багрикова Н.А., Лапченко В.А., Лапченко Е.В., Науменко Т.С., Левко Г.Д. Биохимический состав натурализовавшихся на территории Крымского полуострова *Opuntia humifusa*, *O. phaeacantha*, *O. engelmannii* *lidheimeri* и перспективы их использования. Овощи России. 2024. С. 64-72.

[Golubkina N.A., Bagrikova N.A., Lapchenko V.A., Lapchenko E.V., Naumenko T.S., Levko G.D. Biochemical composition of *Opuntia humifusa*, *O. phaeacantha*, *O. engelmannii* *lidheimeri* naturalized on the territory of the Crimean Peninsula and prospects for their use. Vegetables of Russia. 2024. P. 64-72.

ГОСТ 1129-2013 Масло подсолнечное. Технические условия. Москва. Стандартиформ 2019.

Дідух Я.П. Cactaceae Juss. // Екофлора України. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – Т. 3. – С. 464-466.

[Didukh Y.P. Cactaceae Juss. // Ecoflora of Ukraine. – К.: Phytosociocenter, 2002. - Vol. 3. - P. 464-466.]

Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Пероанский Ю.В., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений. Ленинград ВО «Агропромиздат», 1987. – С. 430.

[Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P., Peroansky Y.V., Lukovnikova G.A., Ikonnikova M.I. Methods of biochemical study of plants. Leningrad VO “Agropromizdat”, 1987. - P. 430.]

Патент № 2793816 С1 Российская Федерация, МПК С11В 1/10. Способ получения жирного масла из семян опунции: № 2022106595: заявл. 14.03.2022: опубл. 06.04.2023 / Чичканова Е.С., Данилова И.Л., Тимашева Л.А., Шевчук О.М., Плугатарь Ю.В.; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Ордена Трудового Красного знамени Никитский ботанический сад - Национальный научный центр РАН".

Плугатарь Ю.В., Багрикова Н. А., Резников О.Н., Костин С.Ю. К вопросу о функциональном зонировании территориально-аквального комплекса особо охраняемой природной территории "Мыс Мартьян" // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». 2018. №9.

[Plugatar Y.V., Bagrikova N.A., Reznikov O.N., Kostin S.Y. To the question of functional zoning of the territorial and aquatic complex of the specially protected natural territory “Cape Martyan” // Scientific notes of the natural reserve “Cape Martyan”. 2018. №9]

Чичканова Е.С., Сатаева Т.П., Бакова Н.Н., Палий А.Е., Федотова И.А. Компонентный состав и биологическая активность гидролата из плодов *Opuntia engelmannii* Salm Dyck ex Engelmann var. *lindheimeri* (Engelm.) B.D. Parfitt & Pinkava (Cactaceae Juss.). Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Актуальные вопросы разработки и исследования новых лекарственных средств. 2023. – С. 653-658. – DOI 10.17308/978-5-9273-3827-6-2023-653-658.

[Chichkanova E.S., Sataeva T.P., Bakova N.N., Paliy A.E., Fedotova I.A. Component composition and biological activity of hydrolate from the fruits of *Opuntia engelmannii* Salm Dyck ex Engelm. var. *lindheimeri* (Engelm.) B.D. Parfitt & Pinkava (Cactaceae Juss.). Ways and forms of improvement of pharmaceutical education. Actual issues of development and research of new drugs. 2023. - P. 653-658. - DOI 10.17308/978-5-9273-3827-6-2023-653-658.]

Anderson E.F. The cactus family. – Portland, Oregon: Timber Press, 2001. – P. 776.

Backeberg C. Das Kakteenlexikon. Enumeratio diagnostica Cactacearum. – Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1977. – P. 514.

Bagrikova N. A., Ryff L. E. Invasive cultivar opuntia Lindheimeri Engelm. Growing in South Crimea // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2014. №139 (англ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/invasive-cultivar-opuntia-lindheimeri-engelm-growing-in-south-crimea>

Britton N.L., Rose J.N. Opuntia // The Cactaceae. – Vol. 1. – Washington: The Carnegie Institution of Washington, 1919. – P. 42-215.

Majure L.C. The evolution and systematics of the *Opuntia humifusa* complex. A dissertation presented to the graduate school of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. – University of Florida, 2012. – P. 255.

Novoa A., Le Roux J.J., Robertson M.P., Wilson J.R.U., Richardson D.M. Introduced and invasive cactus species—a global review // AoB PLANTS Advance Access published December 3, 2014.

Núñez-Gastélum J. A. Morphological characteristics, chemical composition and antioxidant activity of seeds by four Wild Opuntia species from North of Mexico // Instituto de Ciencias Biomédicas. – 2018.

Ye Wang, M, Miriam Jacome-Sosa, Donna F. Vine, Spencer D. Proctor. Beneficial effects of vaccenic acid on postprandial lipid metabolism and dyslipidemia: Impact of natural trans –fats to improve CVD risk. Lipid Technology, 2010. Vol. 22 (5). P. 103-106.

Статья поступила 30.10.2024 г.

Smirnov V.A., Glumova N.V., Shevchuk O.M., Kalyuzhny S.S. Biochemical characteristics of fruits and seeds of *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U.Guzmán & Mandujano // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2024. №. 4 (173) P.26-34

In the research article presents data on biochemical characterization of fruits and seeds of *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U. Guzmán & Mandujano naturalized in natural phytocenoses within the Southern Coast of Crimea. It is shown that in the conditions of subtropical Mediterranean climate type, opuntia plants are characterized by smaller morphological parameters in comparison with plants from natural habitats: they reach a height of 0.7 m, cladodes up to 30 cm long, 20 cm wide, 0.8-1.1 cm thick, fruits up to 7.2 cm long, 3.5 cm wide and seeds up to 3.9 mm long, 3.8 mm wide. An average of 6±2 fruits are formed per plant and seed production consist of 1200±120. The method of photocolormetry revealed that opuntia fruits contain 0.53±0.1% proteins, 8.57±1.2% carbohydrates, 12.1±1.0 mg% of vitamin C, which indicates their high nutritional value. The content of fatty oil in seeds is 11% (according to literature data oil content varies from 9.3 to 11.45%). The fatty oil is characterized by a high proportion of unsaturated acids (84.8%), which indicates its value for use in cosmetology. The presence of vaccenic acid, which has the properties of reducing cholesterol and enhancing antitumor immunity, substantiates the pharmacological value of opuntia oil.

Key words: *Opuntia engelmannii* subsp. *lindheimeri*, Southern Coast of Crimea, naturalization, fatty acid composition, food, cosmetological and pharmacological value